Pedobiologia, Bd. 9, S. 26—34 (1969)

Institut National de la Recherche Agronomique,
Station de Recherches sur la Faune du Sol, Dijon

Comparaison critique de méthodes d'evaluation des populations de Lombricidés

Par MARCEL B. BOUCHE

Avec 3 figures

(Parvenue le 20. 9. 1968)

Plan

1. Introduction

Dans le but d'étudier la faune du sol (hormis la microfaune), les chercheurs ont utilisé deux grandes catégories de méthodes pour séparer les animaux de leur milieu:
— d'une part les techniques exploitant les propriétés liées à la vie de la faune: que je qualifie d'éthologiques;
— d'autre part, les procédés tendant à effectuer cette séparation en mettant en œuvre des moyens physiques, en fonction des caractères physico-chimiques des fractions à séparer: que je qualifie de physiques.

Afin d'illustrer mon propos, je citerai comme exemple de méthodes d'extraction éthologiques, celles qui cherchent à déplacer la faune à l'aide d'une source de chaleur (BERLESE 1905; NIELSEN 1953), de l'électricité (WALTON 1933), d'un composé chimique (EVANS et GUILD 1947; RAW 1959).

On peut par contre classer dans le rang des méthodes physiques celles qui mettent en œuvre le tri direct (bêchage pour la macrofaune), le lavage-tamisage (MORRIS 1922), la densité (LADELL 1936), l'entraînement par un flux liquide (élutriateur OOSTENBRINCK 1954), la lipophilie de certains cuticules (AUCAMP et RYKE 1964), ou plus généralement, celles qui combinent ces procédés (SALT et HOLLICK 1944; D'AGUILAR; BENARD et BESSARD 1957).

Il existe parfois des techniques intermédiaires, notamment lorsque les animaux résistent suffisamment à une méthode physique pour ensuite subir une extraction biologique (par exemple DALMASSO 1966).

Pour l'étude quantitative des Lumbricidae, différents auteurs ont essayé des méthodes éthologiques. L'usage du permanganate de potassium (EVANS et GUILD 1947) a été abandonné notamment à la suite des travaux critiques de SVENDSEN (1955). Je me suis servi de cette méthode, sans succès. L'utilisation de l'électricité (DOEKSEN 1950), d'un emploi imparfait et délicat (SATCHELL 1955), est aujourd'hui abandonnée. Par contre les expériences entreprises avec le formol (RAW 1959) ont donné en Grande Bretagne des résultats encourageants pour *Lumbricus herculeus* (SAV.) (= *L. terrestris* L. em. MICH. 1900) (SATCHELL 1963).

La méthode physique du tri direct du sol après bêchage, très tôt mise en œuvre (STÖCKLI 1928), a toujours la faveur de nombreux chercheurs (ZICSI 1962; ZAJONC 1967) elle est d'un usage courant en U. R. S. S. (GHILAROV, communication personnelle), et reste le standard de référence des autres méthodes.

2. Description sommaire des techniques utilisées

Afin de satisfaire aux différentes études entreprises dans notre laboratoire, j'ai utilisé simultanément deux méthodes classiques, celle au formol et celle de bêchage. J'ai développé par ailleurs un procédé de tri par lavage-tamisage et une combinaison originale éthologico-physique.

— La méthode au formol, directement issue de celle employée et éprouvée par SATCHELL, consiste, pour 0,5 mètre carré, en 4 arrosages successifs de chacun 10 litres de solution aqueuse. Les deux premiers arrosoirs ont reçu chacun 25 cm^3 de formol du commerce, les deux derniers 50 cm^3. Les applications sont espacées de 10 minutes.

— Le bêchage porte sur le prélèvement de sol séparant des horizons de 20 cm d'épaisseur jusqu'à — 60 cm et sur une surface de 50×50 cm.

— La méthode éthologico-physique comprend une application de formol, comme décrite ci-dessus, suivie d'un prélèvement à la bêche limité à —20 cm de profondeur, permettant la récolte des animaux restés dans le sol.

— Un procédé mécanique par lavage-tamisage qui, éliminant les fractions d'argile, de limon et de sable fin, permet de limiter énormément le travail de tri manuel et d'accroître son efficacité pour les petites larves et les cocons. Il a toujours été utilisé pour les tris des terres prélevées par la méthode de bêchage et la technique physico-éthologique. Les biomasses sont exprimées brutes, c'est-à-dire à partir de poids d'animaux vivants et à tubes digestifs en réplétion naturelle.

3. Les stations d'études quantitatives

3.1. Le terrain d'études de Citeaux (I. N. R. A.)

Il s'agit d'une prairie naturelle sise à Saint Nicolas-les-Citeaux, dans l'abbaye, en Côte d'or. Le sol est limoneux, faiblement caillouteux, et compact à partir de —20 cm. Le *p*H (rapport eau/terre = 1) est voisin de 7 avec une tendance faible à l'acidité en surface (6,89) et à l'alcalinité en profondeur (7,3 à — 50 cm).

Les espèces de Lumbricidae présentes, sont — Espèce dominante: *Allolobophora terrestris* (SAV.). Autres espèces: *A. caliginosa* (SAV.), *A. icterica* (SAV.), *A. rosea* (SAV.), *Lumbricus castaneus* (SAV.), et occasionnellement *L. herculeus* (SAV.), *Octolasium cyaneum* (SAV.), *Dendrobaena mammalis* (SAV.).

J'ai appliqué la totalité des trois méthodes décrites ci-dessus sur ce terrain d'études pendant l'hiver 1966—1967 et seulement les méthodes au formol et physico-éthologique pendant le reste de l'année 1967. Simultanément, 10 prélèvements de chacune des méthodes invoquées ont toujours été pratiqués.

3.2. Les stations d'études de la Recherche Coopérative sur Programme N^0 40 (C. N. R. S.)

Caractéristiques succintes des stations où j'ai mis en æuvre la méthode au formol et pu ainsi acquérir une expérience dans des milieux très variés.

3.2.1. *Brunoy (Essones) Le Parc*

Hêtraie à sol brun calcaire (rendzine) et *Mercurialis perennis* L. Espèce de Lumbricidae dominante: *L. herculeus* (SAV.). Autres espèces: *L. castaneus* (SAV.), *A. terrestris* (SAV.), *A. caliginosa* (SAV.), *A. icterica* (SAV.), *A. chlorotica* (SAV.), *A. rosea* (SAV.), *D. mammalis* (SAV.).

3.2.2. *Nancy (Meurthe et Moselle) Bellefontaine*

Station décrite par DOMMERGUES et DUCHAUFOUR (1966).

Hêtraie à rendzines forestières colluviales, à strate de *Mercurialis perennis* L., très ressemblante à la station de Brunoy. L'espèce dominante est également *L. herculeus* (SAV.) accompagnée de *L. rubellus* HOFFM., *A. chlorotica* (SAV.), *A. rosea*, *A. caliginosa* (SAV.), *D. mammalis* (SAV.).

3.2.3. *Nancy (Meurthe et Moselle) Sivrite*

Station décrite par DOMMERGUES et DUCHAUFOUR (1966).

Sous-station en plantation d'Epicéa, strate de Muscinales, sol brun lessivé. La faune de Lumbricidae, relativement pauvre appartient aux espèces *L. herculeus* (SAV.), *L. rubellus* HOFFM., *A. caliginosa* (SAV.), *Octolasium cyaneum* (SAV.).

3.2.4. *Région de Montpellier (Hérault) La Madeleine*

Station décrite par LOSSAINT (1967).

Bois à *Quercus ilex* L. et à strate herbacée d'*Hedera helix* L. sur rendzine très caillouteuse, développée sur un karst.

Espèce dominante: *Eophila gigas* (DUG.). Autres espèces: *L. herculeus* (SAV.), *A.* (complexe *caliginosa*) *meridionalis* BOUCHÉ (description en préparation), *A. chlorotica* (SAV.), *A. rosea* (SAV.), *O. cyaneum* (SAV.).

3.2.5. *Région de Montpellier (Hérault) La Gordiole*

Pelouse à *Brachypodium ramosum* L. sur karst, sol squelettique très caillouteux. Pratiquement, une seule espèce de Lumbricidae s'est maintenue sous l'action désertifiante de l'homme. *E. gigas* (DUG.). Exceptionnellement, un individu de *A. caliginosa* (SAV.) ou de *A. rosea* (SAV.) peut être récolté.

4. Comparaisons des résultats

4.1. Citeaux: mise en pratique simultanée de trois méthodes

Je présente ici des résultats obtenus au cours de la première année d'études quantitatives sur cette station.

La figure 1, qui ne porte que sur les trois premiers prélèvements hivernaux (28/11/66; 4/1/67; 14/2/67), montre l'importance de considérer séparément l'expression des densités et des biomasses. Une forte stratification verticale des poids apparaît en effet sur les résultats globaux. La couche profonde contient des animaux d'un poids 2,11 fois plus élevé que celui des individus vivant dans le niveau supérieur (poids moyens 0—20 cm: 344 mg; 20—40: 496 mg; 40—60: 727 mg).

Le tri des 20 cm de terre superficielle permet de retrouver 95,3 % du nombre, mais seulement 64,3 % de la biomasse des animaux capturés par la méthode physico-éthologique. Le tri jusqu'à — 60 cm de profondeur permet de porter ces chiffres respectivement à 120 % et 91,6 %. Le poids moyen des individus capturés par la méthode de bêchage est de 388 mg, alors qu'il est de 509 mg pour la méthode physico-éthologique.

Il apparaît dès lors que le formol, employé en arrosage sur le sol, fait remonter surtout les gros animaux vers les horizons supérieurs. Il est vraisemblable que ce produit agit par ses solutions s'écoulant dans les galeries. Les animaux de grandes tailles sont alors beaucoup plus facilement atteints. La vapeur de formol ne semble pas avoir d'action. Une expérience effectuée exclusivement avec des vapeurs a en effet été totalement décevante. Il est possible également que la plus grande fragilité des petites formes limite leur ascension vers les niveaux élevés.

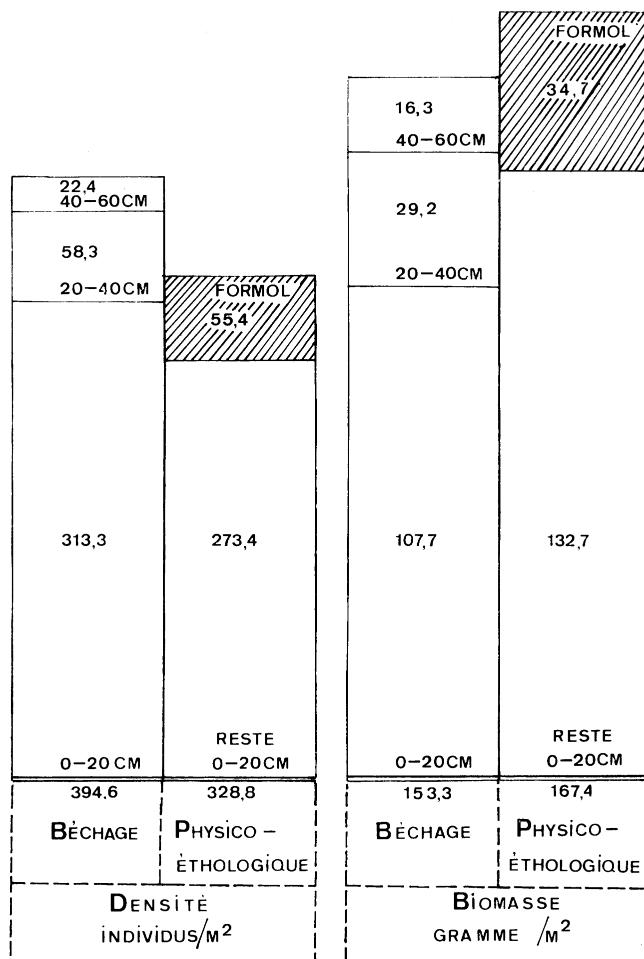


Fig. 1. Comparaisons des résultats moyens obtenus pendant les prélèvements hivernaux pour les trois méthodes étudiées (peuplement total de Lumbricidae).

Ces résultats étant malheureusement limités à une saison, ne permettent pas de tirer des conclusions définitives. Vraisemblablement, ils seraient très différents en été, du fait de la quiescence de la plupart des formes.

Je présente aux figures 2 et 3 des comparaisons d'efficacité relative entre la méthode au formol et le procédé physico-éthologique (il n'est pas tenu compte des cocons). Ces valeurs sont établies sur une année, en pourcentage de densité.

A la Figure 2, nous observons que l'efficacité de cette méthode varie beaucoup en fonction des espèces. La petite et très active espèce *L. castaneus* semble être très sensible au formol, seul le froid affectant sa mobilité, limite les captures.

A l'inverse, *Allolobophora icterica* (Sav.) entre en para-diapause durant la période estivale (Saussey 1966) et le rendement de la méthode au formol est alors nul. Remarquons d'ailleurs que la méthode physico-éthologique fournissant de 25 à 35 *A. icterica* par mètre carré, durant la période d'activité, ne permet plus que de constater l'existence de 10 individus par mètre carré durant l'été. Cela souligne les limites de cette méthode,

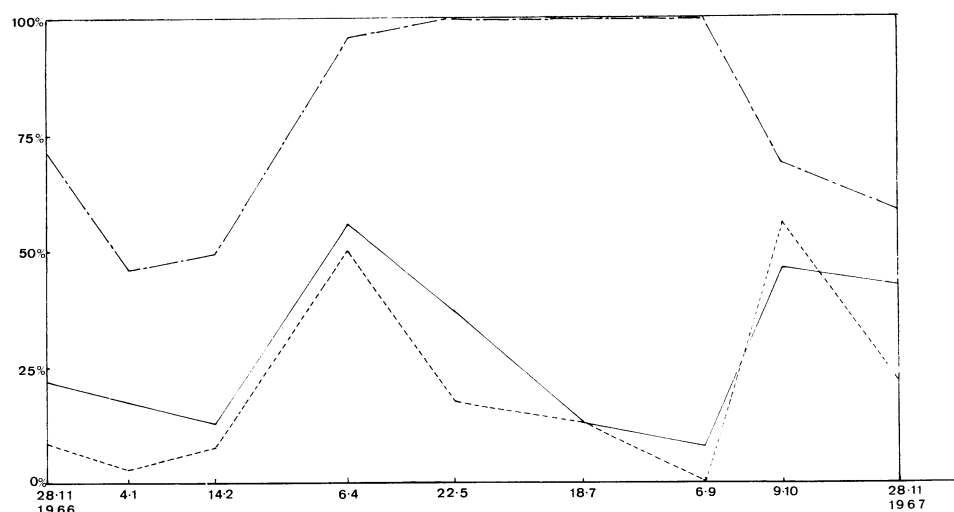


Fig. 2. Pourcentage d'efficacité de la méthode au formol par rapport au procédé physico-éthologique. Variations de ce pourcentage pour le peuplement total (trait plein), pous *Lumbricus castaneus* (points-tirets) et pour *Allolobophora icterica* (tirets).

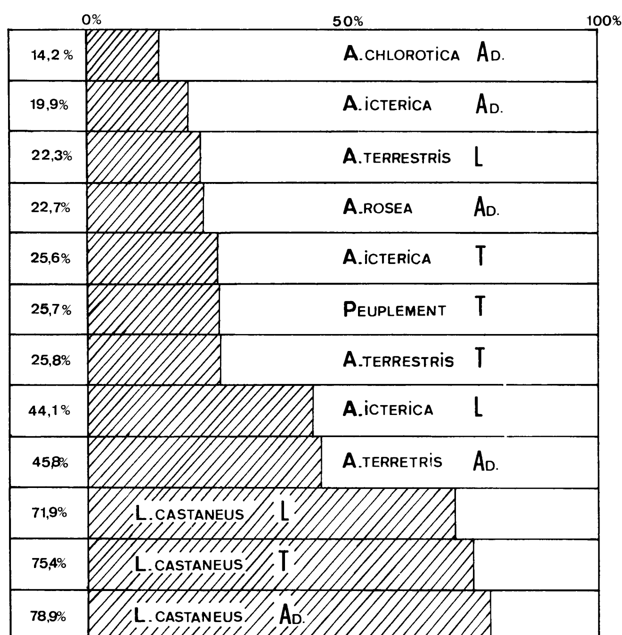


Fig. 3. Pourcentage de densités des animaux récoltés par la méthode au formol, par rapport au procédé physico-éthologique (Ad = adultes; L = larves; T = larves et adultes) (Moyennes annuelles).

car il est certain que de nombreux animaux sont enroulés dans des logettes d'estivation à une profondeur inférieure à 20 cm.

Je donne à la figure 3 des comparaisons d'efficacité relative entre espèces. Il en ressort très nettement que la méthode au formol est inadéquate si elle n'est pas appliquée dans des conditions très critiques.

4.2. Les stations R. C. P. 40: extension de la méthode au formol

Le travail entrepris dans le cadre de ce programme n'a pu être conduit, pour des raisons matérielles, que par la méthode au formol. J'ai choisi de travailler exclusivement aux périodes optimales de cette méthode, c'est-à-dire au printemps et à l'automne. Je présente ici seulement quelques remarques qualitatives, sur les difficultés que l'on rencontre lors de l'exécution de ce procédé, et sur leurs conséquences pour la comparaison des résultats entre stations différentes.

— Le couvert végétal herbacé influe sur les résultats car le nettoyage nécessaire des surfaces de sol s'accompagne d'un tri plus ou moins parfait des éléments retirés. *L. castaneus* ou *L. rubellus*, par exemple, se trouvent souvent dans les touffes d'herbes (Citeaux), les Muscinales (Sivrite) ou les feuilles mortes (Bellefontaine).

— La strate arborescente peut également constituer un facteur d'erreur, notamment à cause de la faiblesse de l'éclairage sous les futaies de hêtres.

— Les conditions climatiques instantanées (éclairage solaire direct, vents froids, etc.) influent sur le comportement des animaux. Souvent l'émergence d'un animal est brusquement arrêtée par la manifestation de ces facteurs.

— Les conditions saisonnières jouent un grand rôle comme nous l'avons vu pour la station de Citeaux. Ceci est tout à fait remarquable pour les stations méditerranéennes de Montpellier. *Eophila gigas* (DUG.) a des périodes d'activité très limitées qui rendent extrêmement difficile la mise en œuvre d'un procédé éthologique. Il est à remarquer que ces procédés sont néanmoins les seuls applicables dans des stations à sols squelettiques sur karst.

— Le type et la pente du sol sont également d'importants facteurs limitant la comparaison des stations entre elles; l'écoulement de la solution aqueuse étant fortement dépendant des caractéristiques intrinsèques de chaque sol. L'écoulement est excellent dans les sols forestiers à mull (Brunoy, Bellefontaine), limité dans les sols compacts (Sivrite), il est irrégulier dans des milieux hétérogènes à l'échelle du prélèvement (Montpellier). La pente interdit l'homogénéité de l'application de la solution de formol (Bellefontaine, la Gordiole).

5. Avantages et inconvénients des différentes méthodes

L'utilisation d'un procédé physique comprend deux stades dans le travail: le prélèvement de sol et le traitement pour extraction de la faune de ce sol. Pour les Lombricides, les procédés éthologiques permettent la récolte directe des animaux.

5.1. Le prélèvement de sol

Dans le prélèvement de sol, on connaît assez bien le volume de sol traité, surtout si l'on utilise un dispositif de carottage tel celui décrit par ZICSI (1963). Mais ce travail est très laborieux, on peut réduire les difficultés grâce à un procédé de carottage pneumatique (BOUCHÉ in litt.).

Il présente néanmoins l'inconvénient de perturber fortement le terrain d'études, et de blesser de nombreux animaux. Nous avons récolté à la bêche 2 à 3% d'animaux non identifiables; le carottage pneumatique permet d'espérer un abaissement de cette valeur. Signalons enfin que le prélèvement est parfois impossible (sols rocheux) ou très difficile (sols de forêts à grosses racines).

5.2. Le tri de la faune

Il se fait traditionnellement directement sur sol, avec ou sans, l'aide d'un tamis. Ce procédé, quoique relativement efficace, offre l'inconvénient d'être fastidieux et imprécis pour les petites formes (NELSON et SATCHELL 1962), particulièrement dans le chevelu des racines et radicelles.

Ces inconvénients sont éliminés par le procédé de lavage-tamisage que nous avons développé. Il nous est possible de récolter facilement les cocons et les éléments qui peuvent avoir un intérêt dans le cadre d'un programme d'écologie intégrée (limaces, larves d'insectes, racines, etc.). Cette technique que nous utilisons normalement depuis 1966, fait l'objet de perfectionnements constants visant à réduire le travail nécessaire à son exécution. Son rendement est dès à présent excellent (100 %). L'ensemble des résultats que nous présentons dans cette note a été obtenu par ce moyen. Il a l'inconvénient d'obliger un pré-traitement du sol par du formol à 4 % (fixation) et de l'Hexamétaphosphate de sodium à 2 % (dispersion des colloïdes). Nous ne récoltons ainsi que des animaux morts.

Le tri étant effectué au laboratoire, il est possible d'envisager un contrôle de l'efficacité du travail humain, permettant de déceller des anomalies (baisse brutale de la vue du trieur par exemple). Les ultimes développements mécaniques, visant à limiter et à contrôler le travail humain, rencontrent des difficultés qui ont fait différer la publication de cette technique de tri.

5.3. La récolte directe des animaux (procédé éthologique)

Ces procédés ont eu, jusqu'à ce jour, des vogues passagères; l'agent assurant l'extraction (permanganate de potassium, électricité, formol) s'avère souvent décevant. Néanmoins, il semble que des recherches plus approfondies, permettant de connaître exactement les limites d'appréciations de tels procédés, peuvent en certains cas, et grâce à des corrections mathématiques, en étendre l'utilisation. Ces méthodes ont l'avantage d'être peu exigeantes en matériel. Malgré les problèmes délicats qu'elles posent (isolement électrique, transport de l'eau, etc.), elles sont beaucoup plus faciles à mettre en œuvre que les méthodes physiques. Leur inconvénient majeur est dans leur relative inefficacité, mais de grands progrès sont à espérer; leur variation de rendement saisonnier sera constamment un défaut surtout dans les climats de types continentaux ou méditerranéens.

5.4. Synthèse

Je résumerai dans un tableau les inconvénients liés au mode d'extraction par bêchage, lavage et prélèvement direct. La méthode physico-éthologique combine ces avantages et inconvénients.

Tableau 1 Facteurs influents et valeurs du rendement relatif des méthodes

Très important: × × × Important: × × Faible: × Nul: 0	Physique Tri direct	 Lavage	éthologique (formol)
(1) Influence du facteur humain (qualité)	× × ×	×	× ×
(2) Importance des moyens humains nécessaires (quantité)	× × ×	× ×	×
(3) Importance des moyens matériels nécessaires	×	× × ×	× ×
(4) Influence des conditions climatiques saisonnières	× ×	× ×	× × ×
(5) Influence des conditions climatiques instantanées	×	0	× × ×
(6) Influence du type de sol	× × ×	×	× ×
(7) Influence de la pente du sol	0	0	× ×
(8) Influence du couvert végétal	×	0	× × ×
(9) Influence du chevelu radicellaire	× × ×	×	0
(10) Influence des grosses racines	× ×	× ×	0
(11) Influence de l'enrochement	× × ×	× × ×	×
(12) Imprécision dans le volume traité	×	×	× × ×
(13) Mortalité des animaux capturés	× ×	× × ×	×
(14) Inefficacité vis à vis des stades immobiles	×	0	× × ×
(15) Inefficacité vis à vis des petites formes	× × ×	0	× ×
(16) Absence de résultats concomitants (autre macrofaune, flore, etc.)	× ×	0	× × ×

6. Conclusions

En l'état actuel du développement de notre technologie, aucune méthode «absolue» ne semble possible.

Le développement de procédés nouveaux physico-éthologiques qui ont un avenir prometteur, dépend surtout des progrès concomitants, permettant d'alléger et d'améliorer le travail de la partie physique et le rendement de la partie éthologique.

Les méthodes éthologiques, encore très insuffisamment étudiées, mais seules applicables en de nombreux cas, présentent des inconvénients du fait de leurs rendements faibles et instables.

Les techniques physiques simples, d'un emploi laborieux, ont une efficacité partielle, la faune des horizons profonds étant généralement inaccessible. Le perfectionnement des moyens mécaniques facilite leur utilisation.

En définitive, il faudra exercer un choix critique parmi la gamme des méthodes dont nous disposons en fonction de l'objectif à atteindre. La recherche de bioquantités, de cycles annuels, de valeurs absolues, proscrit radicalement les procédés éthologiques sauf dans des cas particuliers (climat océanique et espèces très favorables).

Par contre, l'obtention de valeurs comparatives peut être satisfaite par une méthode éthologique, à la condition que l'on respecte une forte unité de temps et de lieu. L'élaboration de facteurs mathématiques de corrections permettra en des cas précis d'étendre l'utilisation de cette dernière méthode.

D'une façon générale, je serai donc conduit à établir des comparaisons entre les meilleurs procédés existants pour chaque cas particulier.

7. Remerciements

Les premiers éléments, tant pratiques que théoriques de ce travail, doivent beaucoup aux conseils que me prodiguèrent Messieurs les Docteurs O'Connor, B., et Satchell, J. Je les en remercie.

Je tiens à exprimer ma gratitude à Monsieur le Professeur Delamare Debouiteville, C., qui, en me réservant une fonction dans le Programme R. C. P. 40 du Centre National de Recherches Scientifiques, m'a permis d'étendre et de compléter les observations que je conduis dans le cadre de l'Institut National de la Recherche Agronomique.

Madame Athias, C., et Monsieur Bessard, A., en coordonnant leur programme d'études acarologiques avec le mien, ont rendu possible la réalisation pratique d'une part importante de ce travail; qu'ils en soient remerciés.

Enfin, je tiens à associer Messieurs Berenguer, J., Beugnot, M., et Pons, R., à ce travail, souvent fastidieux, auquel ils ont participé avec dévouement et compétence.

8. Littérature

Aguilar, J. d', R. Benard et A. Bessard, 1957. Une méthode de lavage pour l'extraction des arthropodes terricoles. Ann. Epiphyt. 8, Ser. C, 91—99.

Aucamp, J. L., and P. A. J. Ryke, 1962. A preliminary report on a grease film extraction method for soil microarthropods. Pedobiologia **4**, 77—79.

Berlese, A., 1905. Apparecchio per reccogliere presto ed in gran numero piccoli arthropodi. Redia **2**, 85—89.

Bouche, M. B. Considérations sur les méthodes de prélèvements de sol. Description de deux nouvelles sondes (en préparation).

Dalmasso, A., 1966. Méthode simple d'extraction des Nématodes du sol. Rev. Ecol. Biol. Sol. **3**, 3, 473—478.

Doeksen, J., 1950. An electrical methode of sampling soil for earthworms. Trans. Ath. Int. Congr. Soil. Sci. **2**, 129—131.

Dommergues, Y., et P. Duchaufour, 1966. Caractéristiques pédologiques et microbiologiques des stations R. C. P. 40. Rev. Ecol. Biol. Sol. **3**, 4, 533—547.

Evans, A. C., and W. C. Mcl. Guild, 1947. Studies on the relationships between earthworms and soil fertility. Ann. Appl. Biol. **34**, 3, 307—330.

Lossaint, P., 1967. Etude intégrée des facteurs écologiques de la productivité au niveau de la pédosphère, en région méditerranéenne, dans le cadre du P. B. I. Programme et description des Stations. Oecol. Plant. **2**, 341—366.

Morris, H. M., 1922. The insect and other invertebrate fauna of arable land at Rothamsted. Ann. appl. biol. **9**, 282—305.

Nelson, J. M., et J. E. Satchell, 1962. The extraction of Lumbricidae from Soil with special reference to the Hand-sorting Method. In: Progress in Soil Zoology (Dir. Murphy, P. W.) Butterworths London.

NIELSEN, C. O., 1952/3. A technique for extracting Enchytraeidae from soil samples. Oikos **4**, 187—196.
OOSTENBRINCK, M., 1954. Een doelmatige methode voor het toetsen van aaltjesbestrijdingsmiddelen in grond met *Hoplolaimus uniformis* als proefdier. Meded. Landb. Hoogesch. Gent **19**, 377—408.
RAW, F., 1959. Estimating earthworm populations using formalin. Nature, London **184**, 1661 to 1662.
SALT, G., et F. S. J. HOLLICK, 1944. Studies of wireworms populations. I. A census of wireworms in pasture. Ann. Appl. Biol. **31**, 52—64.
SATCHELL, J. E., 1955. An electrical method of sampling earthworm populations. In: Soil Zoology (Dir. KEITH McE KEVAN) Butterworths London.
— 1963. Nitrogen Turnover by a woodland population of *Lumbricus terrestris*. In: Soils Organisms (Dir. DOEKSEN, J., and J. VAN DER DRIFT) North-Holland publ. Co. Amsterdam.
SAUSSEY, M., 1966. Contribution à l'étude des phénomènes de diapause et de régénération caudale chez *Allolobophora icterica* (SAVIGNY) (Oligochète Lombricien). Mem. Soc. Linn. Normand., NS, **3**, Mem. 1, 1—158.
SVENDSEN, M., 1955. Earthworm population studies: a comparaison of sampling methods. Nature, London **175**, 864.
WALTON, W. R., 1933. The reaction of earthworms to alternating current of electricity in the soil. Proc. entomol. Soc. Wash. **35**, 2, 24—27.
ZAJONC, I., 1967. Contribution à l'étude de la dynamique saisonnière et de la biologie de l'activité soliforme des Lombrics dans les bois de hêtres des Carpates. Acta fytotechnica univ. agric. Nitra. Czechosl. **15**, 141—153.
ZICSI, A., 1962. Determinations of numbers and size of sampling unit for estimating Lumbricid populations of arable soils. In: MURPHY, P. W. (ed.): Soil Zoology, Butterworths, London, 68—71.

Adresse de l'auteur: MARCEL B. BOUCHE, Inst. National de la Recherche Agronomique, Station de Recherches sur la Fauna du Sol, F-21, Dijon, 7, rue Sully.